

Archeologia e Calcolatori  
24, 2013, 371-377

## CLOUD COMPUTING E FOTOMODELLAZIONE COME INTEGRAZIONE DELLA MODELLAZIONE 3D PER L'ARCHITETTURA STORICA. LA CHIESA DI SAN GIOVANNI EVANGELISTA IN RAVENNA

### 1. IL PROGETTO

La chiesa di San Giovanni Evangelista rappresenta uno degli edifici paleocristiani più antichi di Ravenna. L'edificio è stato verosimilmente costruito tra il secondo e il terzo decennio del V secolo per volontà dell'imperatrice Galla Placidia quale ex-voto per uno scampato naufragio dal quale si sarebbe salvata per intercessione del santo.

Nel corso degli oltre quindici secoli della sua storia la chiesa ha subito notevoli mutamenti tanto nell'apparato architettonico e iconografico quanto in quello decorativo (CREMA 1958; MESINI 1963; GROSSMANN 1964; FARIOLI CAMPANATI 1992, 1995; RUSSO 2003). L'impianto originale si sviluppava su tre navate divise da ordini di nove colonne sormontate da capitelli corinzi di reimpiego. Al corpo centrale dell'edificio era addossato un profondo nartece preceduto a sua volta da un quadriportico. L'abside presentava un struttura poligonale all'esterno e circolare all'interno e tre o sette finestre.

Già poche decine di anni dopo l'edificazione si registrano le prime modifiche strutturali e i primi innalzamenti della quota pavimentale a seguito dei fenomeni di subsidenza cui è tuttora soggetta l'area ravennate. Sono noti almeno cinque livelli pavimentali, i primi quattro pertinenti ad un periodo compreso tra l'edificazione della chiesa e il XIII secolo, impreziositi da complesse decorazioni musive delle quali si sono recuperati diversi lacerti in scavi iniziati nel corso del settecento e proseguiti in diversi momenti fino al dopoguerra.

Proprio nel corso della seconda guerra mondiale, a seguito dei bombardamenti alleati che miravano a colpire la vicina stazione ferroviaria, la chiesa di San Giovanni è stata pesantemente danneggiata e quasi interamente ricostruita tra il 1946 e il 1950 con l'intento di restituirle un aspetto simile a quello originario (MESINI 1963). Tuttavia, ad oggi, l'edificio si presenta come un ibrido che conserva strutture appartenenti ad epoche differenti, spesso di difficile lettura.

Sulla chiesa e sulle strutture annesse si è accumulata nel tempo una ingente quantità di dati che l'ha resa un soggetto di applicazione particolarmente adatto per l'iniziativa "La storia che cela la storia", un progetto del Dipartimento dei Beni Culturali dell'Università di Bologna che si pone come obiettivo la restituzione tridimensionale dei principali momenti di modificazione strutturale della chiesa di San Giovanni Evangelista. Tale progetto mira alla creazione di un protocollo per la catalogazione e la comunicazione degli

studi pregressi sulla storia dell'edificio attraverso visite virtuali diacroniche realizzate con tecnologie multimediali e tecniche di acquisizione quali la fotomodellazione via cloud computing e la modellazione 3D delle strutture non più esistenti.

## 2. MATERIALI E METODI

Al fine di ricostruire e caratterizzare le parti dell'edificio obliterate o non più esistenti, si è scelto di utilizzare dove possibile software gratuiti od open source quali Blender e Autodesk 123D Catch, tenendo in considerazione le potenzialità qualitative emerse dalla recente letteratura specifica sulla resa dei software di fotomodellazione e i servizi web di cloud computing (ARRIGHETTI 2012; BERTACCHINI *et al.* 2012; BOURKE 2012; NGUYEN *et al.* 2012; KERSTEN, LINDSTAEDT 2012).

Per il trattamento delle immagini fotografiche, necessario all'ottenimento delle texture, si è utilizzato Adobe Photoshop CS2. I rilievi fotografici sono stati effettuati con una Canon EOS 5D Mark II con ottica Canon EF 24-105mm f/4L IS USM, mentre le fasi di modellazione sono state eseguite su una workstation Lenovo S30.

L'impianto degli antichi assetti strutturali è stato ricostruito in ambiente Blender 2.6 a partire da planimetrie e prospetti (Fig. 1), studi pregressi (SAVINI 1907; GROSSMANN 1964), nonché sulla base di quanto ancora esistente o attestato nella documentazione fotografica d'archivio. La caratterizzazione dei materiali si è basata dove possibile sull'utilizzo di texture fotografiche relative ai materiali originali conservatisi nella chiesa, ovvero su texture procedurali.

Tenute in considerazione le finalità comunicative del progetto, al fine di mantenere un'alta aderenza formale anche negli elementi strutturali più elaborati, quali capitelli, pulvini e peducci delle volte a crociera dell'adiacente chiostro, si è scelto di ricorrere a servizi web di fotomodellazione tramite il software 123D Catch di Autodesk. Infatti, il disegno di forme complesse tramite modellazione avrebbe moltiplicato i tempi di realizzazione senza assicurare un'adeguata aderenza della mesh all'oggetto reale.

La realizzazione dei modelli tramite fotomodellazione ha richiesto 127 foto (Fig. 2) per ciascuno dei capitelli (ne sono stati acquisiti diversi per riprodurre le differenti decorazioni dei pulvini), 30 per la base delle colonne e appena una dozzina per il peduccio delle volte a crociera del chiostro. L'alto numero di scatti realizzati per i capitelli si giustifica con la volontà di permettere al software di ricostruire al meglio la mesh evitando il più possibile all'operatore di dover intervenire in maniera soggettiva in fase di post-processing con operazioni di chiusura e ricostruzione di eventuali lacune.

I rilievi fotografici sono stati importati attraverso 123D Catch sui server Autodesk ed elaborati via cloud computing; la mesh ottenuta è stata esportata

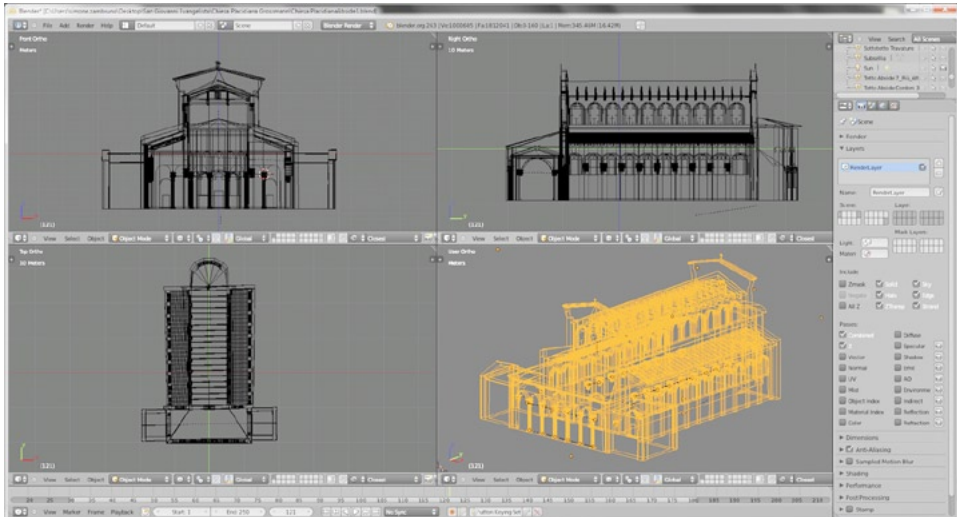


Fig. 1 – Modellazione delle prime fasi della chiesa di San Giovanni Evangelista in ambiente Blender.

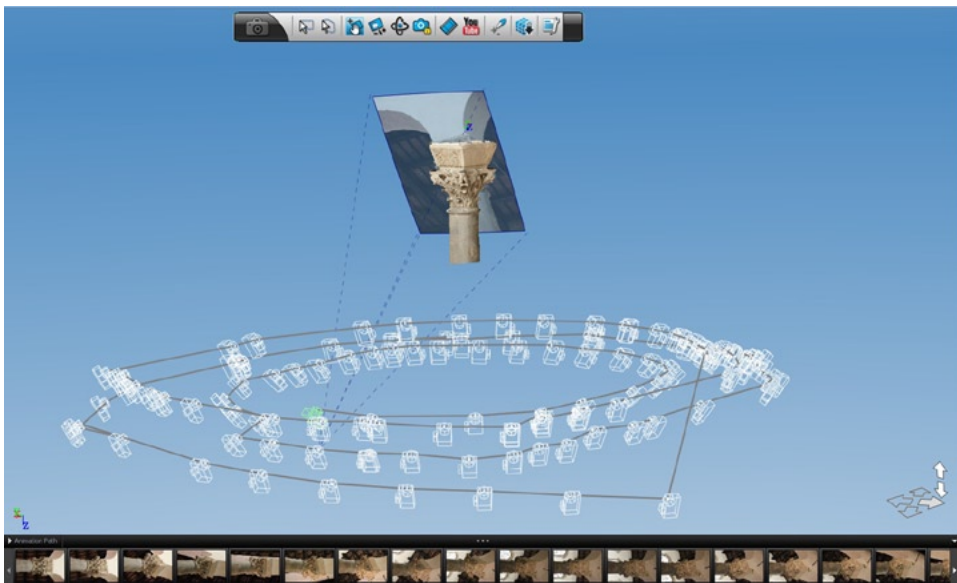
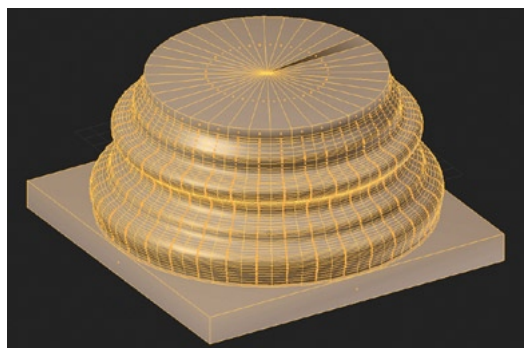
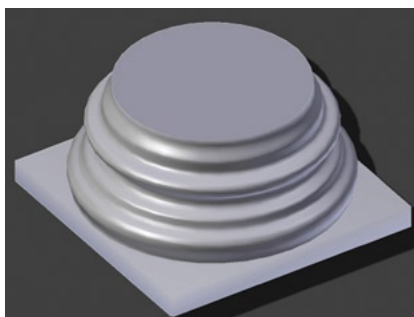
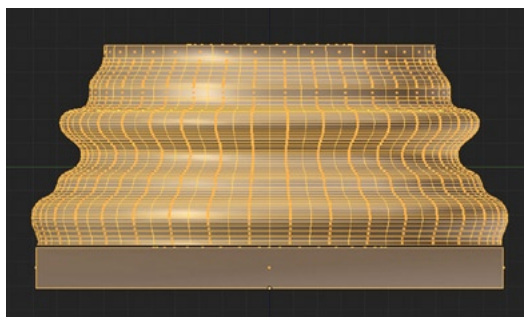


Fig. 2 – Ricostruzione di uno dei capitelli attraverso il servizio di fotomodellazione via cloud computing Autodesk 123D Catch.



Figg. 3-4 – I risultati dell’elaborazione via web di capitelli e peducci delle volte del chiostro.



Figg. 5-6-7 – Riproduzione della base delle colonne in ambiente Blender tramite scontornamento guidato e operazione di Spin a 360°.

in formato .object (Figg. 3-4). Successivamente i modelli sono stati importati in ambiente Blender e utilizzati per completare le ricostruzioni.

I modelli generati in questo modo presentano un alto numero di poligoni e richiedono una elevata capacità di calcolo che, moltiplicato per il numero di istanze dell'oggetto necessarie (ossia il numero di colonne), rischiano di rendere la scena di difficile gestione. Inoltre, un alto numero di poligoni porta ad un conseguente incremento dei tempi di rendering i quali, se su un singolo frame possono anche essere tollerati, diventano un ostacolo nel caso di produzioni animate.

Sui capitelli si è tuttavia deciso di non effettuare nessuna operazione di decimazione per non depauperare la qualità dei modelli generati tramite fotomodellazione; si è invece scelto di trattare il fusto e la base delle colonne, di fatto costituite da forme più regolari e riproducibili, attraverso superfici di rivoluzione. Si è proceduto allineando ortogonalmente il modello importato e scontornandolo con l'ausilio dello strumento Snap di Blender, che ha consentito di annullare l'approssimazione in questo procedimento e di estrapolare il profilo corretto. Una successiva operazione di Spin a 360° ha consentito di ottenere forme e volumetrie identiche a quelle dell'originale ma con un numero di poligoni assolutamente inferiore alla mesh originaria (Figg. 5-7), in un rapporto di 1 a 10.

Uno degli sviluppi dello studio presentato verte sulle modalità impiegate per effettuare un alleggerimento anche delle forme più complesse – come quelle dei capitelli – attraverso le tecniche di ritopologizzazione, le quali permettono di mantenere una maggiore conformità alla morfologia dell'oggetto. A riguardo sono stati testati anche gli strumenti a disposizione di moderni software di Reverse Engineering (quale ad esempio le funzioni di Decimazione e Auto-Surface di Rapidform Xor<sub>2</sub>) per ridurre il numero di poligoni della mesh senza alterarne la geometria, i quali però non hanno restituito risultati sfruttabili all'interno di ambienti di Computer Grafica (CG).

La caratterizzazione materiale di capitelli e colonne è stata infine riprodotta con adeguate texture procedurali al fine di ottenere una maggiore omogeneità visiva negli ambienti ricostruiti.

### 3. RISULTATI

I risultati (Figg. 2, 3 e 8) mostrano come l'impiego di una tecnica mista e di un approccio versatile alla ricostruzione di strutture antiche abbia permesso di ottenere buoni risultati in termini di velocità e resa formale delle mesh nell'ambito di un progetto che fa della visualizzazione multimediale il suo focus ed in cui l'impatto visivo dei modelli, all'interno degli ambienti virtuali nei quali saranno collocati, ricopre un aspetto di primo piano.



Fig. 8 – Scorcio dell'interno della chiesa con i modelli dei capitelli ad integrazione dell'ambiente ricostruito.

Nell'ambito della ricerca svolta dal Dipartimento di Beni Culturali dell'Università di Bologna per la creazione di protocolli utili alla riproduzione di manufatti antichi a fini comunicativi, tale tecnica "ibrida" sta trovando nuovo terreno di sperimentazione in ulteriori progetti già avviati, configurandosi come uno strumento che potrebbe presto trovare larga applicazione nel campo dei beni culturali.

SIMONE ZAMBRUNO, MARCO ORLANDI  
CIRI Edilizia e Costruzioni  
Università degli Studi di Bologna  
ANTONINO VAZZANA, LAURA BUTI  
Dipartimento di Beni Culturali  
Università degli Studi di Bologna

#### BIBLIOGRAFIA

ARRIGHETTI A. 2012, *Tecnologie fotogrammetriche e registrazione 3D della struttura materiale: dal rilievo alla gestione dei dati*, in A. CURCI, A. FIORINI (eds.), *Documentare l'archeologia 2.0, Atti del Workshop (Bologna 2012)*, «Archeologia e Calcolatori», 23, 283-296.



- BERTACCHINI E., CAPRA A., CASTAGNETTI C., RIVOLA R., TOSCHI I. 2012, *Tecniche laser scanner per la rappresentazione dei beni culturali: il rilievo dell'apparato scultoreo della Torre Ghirlandina di Modena*, Atti 16<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA (Fiera di Vicenza 2012), 211-212 (<http://www.attiasita.it/ASITA2012/Pdf/077.pdf>; ultimo accesso 30/06/2013).
- BOURKE P. 2012, *Automatic 3D reconstruction: An exploration of the state of the art*, «GSTF Journal of Computing», 2, 3, 71-75.
- CREMA L. 1958, *S. Giovanni Evangelista di Ravenna alla luce delle ultime indagini*, «Corsi di Cultura sull'Arte Ravennate e Bizantina», I, 55-58.
- FARIOLI CAMPANATI R. 1992, *Ravenna, Costantinopoli: aspetti topografico-monumentali e iconografici*, in A. CARILE (ed.), *Storia di Ravenna*, II, 2, Venezia, Marsilio, 127-157.
- FARIOLI CAMPANATI R. 1995, *I mosaici pavimentali della chiesa di S. Giovanni Evangelista in Ravenna*, Ravenna, Edizioni del Girasole.
- GROSSMANN P. 1964, *Zum Narthex von San Giovanni Evangelista in Ravenna*, «Römische Mitteilungen», 71, 202-228.
- KERSTEN T.P., LINDSTAEDT M. 2012, *Image-based low-cost systems for automatic 3D recording and modelling of archaeological finds and objects*, in M. IOANNIDES, D. FRITSCH, J. LEISSNER, R. DAVIES, F. REMONDINO, R. CAFFO (eds.), *Progress in Cultural Heritage Preservation, Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference, EuroMed 2012 (Limassol, Cyprus 2012)*, LNCS 7616, 1-10, Berlin, Springer.
- MESINI G. 1963, *Lavori nella basilica di S. Giovanni Evangelista*, «Felix Ravenna», XXXVI, 167-168.
- NGUYEN H.M., WUNSCH B., DELMAS P., LUTTEROTH C. 2012, *3D models from the black box: Investigating the current state of image-based modeling*, in V. SKALA (ed.), *WSCG 2012. 20<sup>th</sup> International Conference on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision 2012 (Plzen, Czech Republic 2012)*, 249-258 ([http://wscg.zcu.cz/WSCG2012/!\\_WSCG2012-Communications-2.pdf](http://wscg.zcu.cz/WSCG2012/!_WSCG2012-Communications-2.pdf); ultimo accesso 30/06/2013).
- RUSSO E. 2003, *L'architettura di Ravenna paleocristiana*, Venezia, Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti.
- SAVINI G. 1907, *Ravenna. Piante panoramiche. Volumi I-V (1905-1907). Edifici pubblici e privati. Luoghi e cose notevoli urbani*, Ripr. facs. del ms. conservato presso la Biblioteca Classense, stampa 1996, Ravenna, Libreria antiquaria Tonini.

## ABSTRACT

Historical architecture often features very detailed elements that are frequently characterized by complex ornamentation, such as capitals, vaulted arches, portals, mouldings etc. Modeling such highly detailed surfaces with traditional software packages can be a very difficult and time-consuming task, which often requires considerable skills and does not always ensure a strict adherence to the original object. This article discusses the combined use of two software applications to integrate traditional three-dimensional reconstructions of historical architecture and 3D models generated by semi-automatic photo-modeling. The case study is represented by a virtual reconstruction of the main structural changes undergone by the church of San Giovanni Evangelista in Ravenna, built by the Empress Galla Placidia in the 5<sup>th</sup> century AD. The aim of the study was to document the modifications made to this church over the centuries by means of a three-dimensional reconstruction that was chiefly created with the combined use of two open source software programs. Blender was used to recreate the main structures such as walls, apses, roofs and windows, and Autodesk 123D Catch was chosen to generate 3D textured models of the most detailed parts: capitals, portals, decorated columns. The success of this technique demonstrates that the use of a hybrid workflow can simplify the generation of complex shapes, increase the level of detail, and speed up the whole modeling process.

